

**Power steering controller for motor vehicle, corrects return amount of steering wheel by changing the rotation deviation of steering wheel in return direction**

Patent Number: DE10111217  
Publication date: 2002-02-14  
Inventor(s): NAGAI ISAMU (JP); WADA SHUNICHI (JP)  
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)  
Requested Patent: ☐ DE10111217  
Application Number: DE20011011217 20010308  
Priority Number(s): JP20000218658 20000719  
IPC Classification: B62D5/04  
EC Classification: B62D5/04  
Equivalents: JP2002029441

---

**Abstract**

---

A return correction module corrects the rotor frictions of motor and steering column, by discriminating the return cycle of steering wheel using the rotation deviation of steering wheel and changing it correspondingly along return direction.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 11 217 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 62 D 5/04**

②1 Aktenzeichen: 101 11 217.3  
②2 Anmeldetag: 8. 3. 2001  
④3 Offenlegungstag: 14. 2. 2002

③0 Unionspriorität:  
2000-218658 19. 07. 2000 JP  
⑦1 Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑦4 Vertreter:  
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

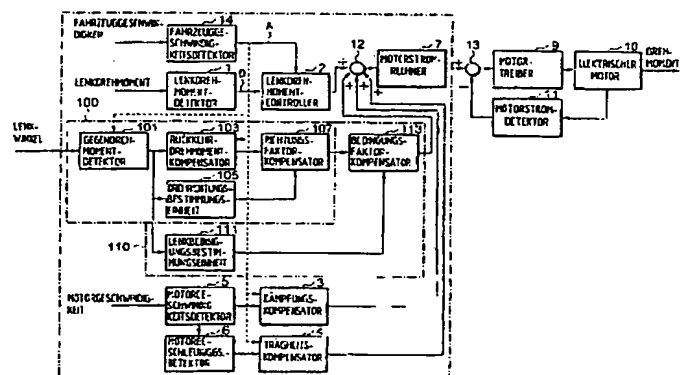
⑦2 Erfinder:  
Wada, Shunichi, Tokio/Tokyo, JP; Nagai, Isamu,  
Kobe, Hyogo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Controller für elektrisches Lenkgerät

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Controller für ein elektrisches Servolenkgerät mit einem elektrischen Motor (10), der mit einem Drehmomentübertragungsmechanismus zum Übertragen eines Lenkdrehmoments von einem Lenkrad zu einem Fahrzeugrad versehen ist, und der ein Hilfsdrehmoment erzeugt, das zu dem Lenkdrehmoment addiert wird, das durch einen Fahrzeugführer eines Fahrzeugs angewandt wird. Der Controller enthält eine Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) zum Korrigieren von Reibungskräften in einem Rotor des elektrischen Motors (10) in dem Fahrzeug und in einem Lenksystem, sowie eine Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) zum Bestimmen einer Lenkbedingung dahingehend, ob das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird oder ob es zu der Mitte zurückkehrt. Die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) legt einen von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) erhaltenen Wert korrigiert zu unterschiedlichen Werten fest, in Abhängigkeit davon, ob das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird oder zu der Neutralposition zurückkehrt.



DE 101 11 217 A 1

DF 101 11 217 A 1

## Beschreibung

[0001] Diese Anmeldung basiert auf einer Anmeldung Nr. 2000-218658, eingereicht am 19. Juli 2000, und der Inhalt dieser Anmeldung wird hier durch Bezugnahme mit aufgenommen.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft Controller für elektrische Servolenkgeräte, die an Fahrzeugen montiert sind, und insbesondere, betrifft sei einen Controller zum Steuern der Richtung und des Absolutwerts eines Hilfsdrehmoments, das durch ein elektrisches Servolenkgerät erzeugt wird.

[0003] Ein elektrisches Servolenkgerät detektiert ein Lenkdrehmoment, das bei einem Lenkrad durch einen Fahrzeugführer ausgeübt wird, mit einem Lenkdrehmomentdetektor, und es führt dann einem elektrischen Motor einen elektrischen Strom in Übereinstimmung mit dem detektierten Lenkdrehmoment zu. Demnach dreht sich der elektrische Motor, der mit einem Lenksystem verbunden ist, zum Erzeugen eines gewünschten Hilfsdrehmoments zum Drehen des Lenkrads.

[0004] Allgemein umfassen Lenkgeräte manuelle Lenkgeräte, hydraulische Servolenkgeräte und elektrische Servolenksysteme mit einer Funktion für eine Selbstausrichtung. Demnach besteht dann, wenn ein Fahrzeugführer ein Lenkrad eines Fahrzeugs zum Ausführen einer Wende betätigt und versucht, das Fahrzeug wieder geradeaus zu richten, eine Tendenz bei den Fahrzeugrädern zum Rückkehren in ihre Neutralposition in automatischer Weise dann, wenn der Fahrzeugführer die auf das Lenkrad ausgeübte Kraft reduziert oder wegnimmt. Der Drehmomentumfang, mit dem die Fahrzeugräder tendenziell eine Rückkehr durchführen, variiert mit einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Je höher die Geschwindigkeit, umso größer das Drehmoment.

[0005] Im Hinblick auf elektrische Servolenksysteme erfolgt die Funktion für ein Selbstausrichten wie folgt. In dem Fall, in dem Fahrzeugräder beispielsweise nach rechts gelenkt werden, haben sie eine Tendenz zum Rückkehren in die Neutralpositionen, in diesem Fall zum Drehen nach links. In diesem Punkt wird eine Kraft durch einen Fahrzeugführer nicht auf ein Lenkrad ausgeübt, was bedeutet, dass das Lenkdrehmoment den Wert Null aufweist. Ein Lenkdrehmomentdetektor bestimmt demnach, dass ein Umfang des Lenkdrehmoment den Wert Null aufweist, so dass der elektrische Motor keinen elektrischen Strom empfängt. Die Fahrzeugräder drehen sich demnach nach links ohne ein Hilfsdrehmoment, und der elektrische Motor ist mit dem Lenkgerät verbunden und wird demnach gezwungen, eine entsprechende Drehung auszuführen. Weiterhin wird selbstverständlich eine Linksdrehung des Lenkrads bewirkt. In einem üblichen elektrischen Servolenkgerät entstehen die folgenden Probleme durch die Reibung in einem Rotor des elektrischen Motors oder in einem Fahrzeug oder in einem Lenksystem. D. h., dann, wenn das Fahrzeug mit geringer Geschwindigkeit bei einem Drehen des Lenkrads läuft, besteht bei dem Lenkrad keine Tendenz, leicht zu dem Zentrum (der Neutralposition) zurückzukehren. Weiterhin ist es dann, wenn das Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit läuft, für einen Fahrzeugführer schwer, ein "in-Mitte-Gefühl" zu erhalten, beispielsweise ein Gefühl für eine Bewegung zu der Mitte des Lenkrads und ein Gefühl für eine Reaktionskraft. Spezifischer sei angenommen, dass ein Fahrzeug mit einer geringen Geschwindigkeit läuft, und ein Fahrzeugführer das Lenkrad zum Ausführen einer Wende dreht, und dann der Fahrzeugführer das Fahrzeug erneut geradeaus richtet. Im Vergleich zu manuellen Lenkgeräten und hydraulischen Servolenkgeräten liegt bei Lenkgeräten mit einem elektrischen Servolenkgerät keine Tendenz zum einfachen

Rückkehren zu der Mitte vor. Das kann so extrem sein, dass der Fahrzeugführer das Lenkrad für ein gerades Bewegen des Fahrzeugs zurückdrehen muss. Weiterhin sei angenommen, dass ein Fahrzeug schnell läuft und dass ein Fahrzeugführer ein Lenkrad zum Ändern der Spur, zum Ändern der Richtung, usw., dreht, und dann der Fahrzeugführer das Fahrzeug erneut geradeaus richtet, insbesondere ohne Handhabung des Lenkrads. Auch in diesem Fall kehrt das Lenkrad nicht zu der Mitte (der Neutralposition) vollständig zurück, und der Fahrzeugführer muss gegebenenfalls das Lenkrad zum geraden Bewegen des Fahrzeugs zurückdrehen.

[0006] Zum Eliminieren der oben beschriebenen Probleme wurde ein Controller für ein elektrisches Servolenkgerät vorgeschlagen, und der Controller setzt eine Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte zum Korrigieren oder Kompensieren der Reibung ein. Die Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte enthält einen Gegendrehmomentdetektor zum Bestimmen eines Gegendrehmoments, das von einer Straßenoberfläche ausgeübt wird. Der Gegendrehmomentdetektor setzt einen Lenkradwinkeldetektor ein, der einen Lenkradwinkel bestimmt. Der Lenkradwinkel (Detektor) gibt ein Lenkradwinkelsignal aus, das zum Berechnen eines Bewegungskorrekturwerts für die Rückkehr zu der Mitte verwendet wird. Dieser Korrekturwert wird dann so angeglichen, dass er einen Abgleichfehler der Reibung zwischen der Rechts- und Linksdrehrichtung des Lenkrads ausgleicht. Demnach erfolgt ein Ausgleich der Unterschiede im Hinblick auf die Charakteristiken der Rückkehrbewegung zwischen der Rechts- und Linksdrehrichtung.

[0007] Ferner wurde auch ein anderer Controller für ein elektrisches Servolenkgerät vorgeschlagen. Der Controller setzt ebenso eine Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte zum Korrigieren oder zum Ausgleichen der Reibung ein. Diese Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte enthält einen Gegendrehmomentdetektor zum Schätzen eines Gegendrehmoments, das von einer Straßenoberfläche ausgeübt wird, anhand des folgenden Prozessablaufs. Zunächst erfolgt die Berechnung einer Summe einer Ausgangsgröße von einem Lenkdrehmomentdetektor und einem Motordrehmoment, vorgegeben im Hinblick auf ein Lenkwellendrehmoment; das Motordrehmoment wird ausgehend von einem Motorstromdetektor erhalten, der einen elektrischen Strom detektiert, der einem elektrischen Motor zugeführt wird. Anschließend wird von der Summe ein Motorträgheitsdrehmoment subtrahiert, das ebenso im Hinblick auf das Lenkwellendrehmoment vorgegeben ist. Das Ergebnis der Subtraktion wird anschließend mit einem Tiefpassfilter oder einem Verzögerungsfilter verarbeitet. Demnach wird ein geschätztes Gegendrehmomentssignal erhalten, und dieses wird zum Berechnen eines Bewegungskorrekturwerts für die Rückkehr zur Mitte verwendet. Dieser Korrekturwert wird dann so angeglichen, dass das Ungleichgewicht der Reibung zwischen der Rechts- und Linksdrehrichtung des Lenkrads ausgeglichen wird. Demnach werden Unterschiede der Charakteristiken für die Rückkehrbewegung zur Mitte zwischen der Rechts- und Linksdrehrichtung ausgeglichen.

[0008] Diese Controller des üblichen Typs ermöglichen eine verbesserte Rückkehrbewegung zur Mitte des Lenkrads dann, wenn eine Fahrzeuggeschwindigkeit gering ist und ein Fahrzeugführer diese nicht handhabt (d. h., im Freihandbetrieb). Im Hinblick auf ein Fahrzeug, das eine große Reibung aufweist, besteht jedoch ein Problem dahingehend, dass eine Lenkradbetätigung in beachtlichem Umfang dann schwergängig ist, wenn ein Fahrzeugführer versucht das Lenkrad von der Mitte wegzudrehen.

[0009] Allgemein ist dann, wenn ein Fahrzeug um eine Kurve gelenkt werden soll, eine zum Drehen eines Lenkrads ohne Hilfskraft erforderliche manuelle Lenkkraft vorgegeben durch die Summe einer Gegenkraft, die von einer Straßenoberfläche ausgeübt wird, und einer Reibungskraft in einem Lenksystem. Die erforderliche Kraft ist demnach größer als die durch den Reibungsumfang bedingte Gegenkraft. Umgekehrt ist bei der Rückführung des Lenkrads zu der Mitte eine zum Rückdrehen des Lenkrads erforderliche Rückführkraft durch eine Differenz zwischen der Gegenkraft und der Reibungskraft gegeben. Die Rückführkraft ist demnach um den Reibungsumfang kleiner als die Gegenkraft. Dies ist ein Hauptfaktor, der zu Schwierigkeiten bei der Rückbewegung zu der Mitte des Lenkrads führt.

[0010] Bei einem Fahrzeug mit einem großen Reibungsumfang ist ein Korrekturwert für die Rückbewegung zu der Mitte eines Lenkrads tendenziell groß, da der Korrekturwert groß genug sein muss, um die Reibung zu überwinden. Demnach besteht in den Fällen, in denen die Korrekturen mit demselben Korrekturwert für beide Fälle ausgeführt werden, in denen das Lenkrad von der Mitte weggedreht und zu der Mitte rückgeführt wird, ein Problem dahingehend, dass der Fahrzeugführer ein unausgeglichenes Gefühl bei der Handhabung des Lenkrads empfindet. Insbesondere wäre in dem Fall, in dem das Fahrzeug mit geringer Geschwindigkeit läuft, bei der eine gleichmäßige Rückkehrbewegung zur Mitte ausgehend von einem großen Lenkwinkel erforderlich ist, ein Lenkrad in erheblichem Umfang schwer zu drehen sein, so dass der Fahrzeugführer ein großes Ungleichgewicht empfindet.

[0011] Demnach besteht zum Lösen der vorangenannten Probleme ein technisches Problem der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines Controllers für ein elektrisches Servolenkgerät, bei dem keine Fehlbalance der Lenkkraft auftritt die für einen Fahrzeugführer zwischen den Fällen erforderlich ist, in denen das Lenkrad von der Mitte weggedreht und zu der Mitte rückgeführt wird. Dies ist durch festlegen unterschiedlicher Korrekturwerte für die Lenkhilfskraft in Übereinstimmung mit einer Bedingung dahingehend erzielbar, ob das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird oder zu der Mitte zurückkehrt.

[0012] Hierfür wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Controller für ein elektrisches Servolenkgerät geschaffen, das einen elektrischen Motor aufweist, der in dem Drehmomentübertragungsmechanismus zum Übertragen eines Lenkdrehmoments von einem Lenkrad zu einem Fahrzeugrad vorgesehen ist, und das ein Hilfsdrehmoment erzeugt, das zu dem Lenkdrehmoment addiert wird, das durch den Fahrzeugführer eines Fahrzeugs ausgeübt wird. Der Controller gemäß der vorliegenden Erfindung enthält: eine Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte zum Korrigieren der Reibkräfte in einem Rotor des elektrischen Motors, in dem Fahrzeug und einem Lenksystem; eine Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit zum Bestimmen einer Lenkbedingung dahingehend, ob das Lenkrad von einer Neutralposition weggedreht oder zu der Neutralposition rückgeführt wird. Die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit legt den korrekten Wert fest, der von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte zu einem von unterschiedlichen Werten festgelegt ist, in Abhängigkeit von der Tatsache, ob das Lenkrad von der Neutralposition weg bewegt wird oder zu der Neutralposition zurückbewegt wird.

[0013] Bevorzugt enthält der Controller ferner einen Gegendrehmomentdetektor zum Detektieren eines Gegendrehmoments, das von einer Straßenoberfläche ausgeübt wird, und die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit steuert eine Steuergröße oder eine gesteuerte

bzw. geregelte Variable, die von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte erhalten wird, auf der Grundlage einer Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor.

[0014] Bevorzugt enthält der Controller ferner einen Lenkwinkeldetektor zum Detektieren eines Lenkwinkels des Lenkrads, und die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit bestimmt die Lenkbedingung auf der Grundlage der Tatsache, ob ein Absolutwert des durch den Lenkwinkeldetektor detektierten Lenkwinkels zunimmt oder abnimmt.

[0015] Bevorzugt bestimmt die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit, dass das Lenkrad von der Neutralposition dann wegbewegt wird, wenn der Absolutwert des Lenkwinkels zunimmt, und dass das Lenkrad zu der Neutralposition zurückkehrt, wenn der Absolutwert des Lenkwinkels abnimmt.

[0016] Bevorzugt bestimmt die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit die Lenkbedingung auf der Grundlage der Tatsache, ob ein Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor zunimmt oder abnimmt.

[0017] Bevorzugt bestimmt die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit, dass das Lenkrad von der Neutralposition dann wegbewegt wird, wenn der Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor zunimmt, und dass das Lenkrad zu der Neutralposition dann zurückkehrt, wenn der Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor abnimmt.

[0018] Bevorzugt enthält der Controller ferner einen Lenkdrehmomentdetektor zum Detektieren des Lenkdrehmoments, das durch den Fahrzeugführer ausgeübt wird, und die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit bestimmt die Lenkbedingung aufgrund der Tatsache, ob ein Absolutwert des Lenkdrehmoments, der von dem Lenkdrehmomentdetektor detektiert wird, zunimmt oder abnimmt.

[0019] Bevorzugt bestimmt die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit, dass das Lenkrad von der Neutralposition dann wegbewegt wird, wenn der Absolutwert des Lenkdrehmoments zunimmt, und dass das Lenkrad zu der Neutralposition dann zurückgeführt wird, wenn der Absolutwert des Lenkdrehmoments abnimmt.

[0020] Bevorzugt enthält der Controller ferner einen Fahrzeuggeschwindigkeitsdetektor zum Detektieren einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs, und die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit enthält einen Bedingungsfaktorkompensator zum Festlegen des korrigierten Werts, der von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte erhalten wird, zu einem von unterschiedlichen Werten, in Abhängigkeit von der Tatsache, ob das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht oder zu der Neutralposition zurückgeführt wird, und zwar lediglich dann, wenn das Fahrzeug nicht stationär ist und mit geringer Geschwindigkeit läuft.

[0021] Bevorzugt bestimmt der Bedingungsfaktorkompensator den korrigierten Wert, der von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte erhalten wird, zu einem großen Wert für die Bedingung, gemäß der das Lenkrad zu der Neutralposition zurückkehrt, und zu einem geringen Wert für die Bedingung, gemäß der das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird, und zwar dann, wenn das Fahrzeug sich mit einer geringen Geschwindigkeit bewegt.

[0022] Bevorzugt legt der Bedingungsfaktorkompensator den korrigierten Wert, der von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte erhalten wird, zu einem geringen Wert bei der Bedingung fest, bei der das Lenkrad

zu der Neutralposition zurückkehrt, und zu demselben Wert oder zu einem geringfügig größeren Wert als dem geringen Wert bei der Bedingung, bei der das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird, wenn sich das Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit bewegt.

[0023] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezug auf die beiliegende Zeichnung beschrieben; es zeigen:

[0024] Fig. 1 ein Blockschaltbild zum Darstellen einer Konfiguration eines Controllers für ein elektrisches Servolenkgerät gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0025] Fig. 2 ein Flussdiagramm zum Darstellen eines in dem Controller implementierten Algorithmus gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0026] Fig. 3 eine schematische Darstellung zum Darstellen der Eigenschaften des Rückfuhrdrehmomentkompensators, der in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit aufgenommen ist;

[0027] Fig. 4 eine schematische Darstellung zum Darstellen einer Charakteristik des Richtungsfaktorkompensators, der von der vorliegenden Erfindung umfasst ist;

[0028] Fig. 5 ein Flussdiagramm zum Darstellen eines Betriebs einer Lenkbedingungsbestimmung, die durch die Lenkbedingungs-Bestimmungseinheit implementiert ist, die von der vorliegenden Erfindung umfasst ist;

[0029] Fig. 6 ein Zeitablaufdiagramm im Hinblick auf den Betrieb der Lenkbedingungsbestimmung, implementiert durch die Lenkbedingungs-Bestimmungseinheit, die von der vorliegenden Erfindung umfasst ist;

[0030] Fig. 7 einen Graphen zum Darstellen einer Beziehung zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor;

[0031] Fig. 8 eine schematische Darstellung zum Darstellen einer Beziehung der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor und der Ausgangsgröße von dem Bedingungsfaktorkompensator dann, wenn die Lenkung weg von der Mitte erfolgt oder zu der Mitte zurückkehrt;

[0032] Fig. 9 ein Blockschaltbild zum Darstellen einer Konfiguration eines Controllers für ein elektrisches Servolenkgerät gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0033] Fig. 10 ein Blockschaltbild zum Darstellen einer Konfiguration eines Controllers für ein elektrisches Servolenkgerät gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0034] Eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Fig. 1 beschrieben. Gemäß der vorliegenden Erfindung sind das oben beschriebene technische Problem und andere technische Probleme durch Software für Mikrocomputer und dergleichen erzielbar. Demnach lässt sich die vorliegende Erfindung auf jedwedes bekannte elektrische Servolenkgerät anwenden, und demnach werden Erläuterungen im Hinblick auf Konstruktionen elektrischer Servolenkgeräte weggelassen.

[0035] Die Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild zum Darstellen einer Konfiguration eines Controllers für ein elektrisches Servolenkgerät gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 1 gezeigt, enthält der Controller: einen Lenkdrehmomentdetektor 1 zum Detektieren eines Lenkdrehmoments, das auf ein Lenkrad ausgeübt wird; einen Fahrzeuggeschwindigkeitsdetektor 14 zum Detektieren einer Fahrzeuggeschwindigkeit; einen Lenkdrehmoment-Controller 2 zum Berechnen eines Hilfsdrehmomentsignals auf der Grundlage einer Lenkdrehmomentsignalausgabe von dem Lenkdrehmomentdetektor 1; und eine Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte

100, die ein Rückfuhrdrehmomentsignal ausgibt, das bewirkt, dass ein elektrischer Motor 10 ein Drehmoment entlang einer Richtung erzeugt, entlang der das Lenkrad zu seiner Mittenposition zurückkehrt; eine Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit 110 zum Bestimmen, ob sich das Lenkrad von der Mitte wegbewegt oder ob es zu der Mitte zurückkehrt; einen Motorgeschwindigkeitsdetektor zum Detektieren einer Umdrehungsgeschwindigkeit des elektrischen Motors 10; und einen Dämpfungskompensator 3 zum Berechnen eines Dämpfungskompensationssignals auf der Grundlage eines Motorgeschwindigkeits-Ausgabesignals von dem Motorgeschwindigkeitsdetektor 5; einen Motorbeschleunigungsdetektor 6 zum Berechnen eines Motorbeschleunigungssignals auf der Grundlage der Ausgangsgröße von dem Motorgeschwindigkeitsdetektor 5; einen Trägheitskompensator 4 zum Berechnen eines Trägheitskompensationssignals auf der Grundlage der Motorbeschleunigungssignalausgabe von dem Motorbeschleunigungsdetektor 6 und einer Fahrzeuggeschwindigkeitssignalausgabe von dem Fahrzeuggeschwindigkeitsdetektor 14; einen ersten Addierer 12 zum Berechnen eines gewünschten Drehmoments, das durch eine Summe des Hilfsdrehmomentsignals, eines Rückfuhrdrehmomentsignals nach Korrektur, des Dämpfungskompensationssignals und des Trägheitskompensationssignals vorgegeben ist; sowie einem Motorstromrechner 7 zum Berechnen eines gewünschten Stromsignals auf der Grundlage des gewünschten Drehmomentsignals.

[0036] Die Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte 100 dient zum Ausgleichen der Reibung in einem Rotor des elektrischen Motors 10 oder in dem Fahrzeug oder in einem Lenksystem, und sie legt unterschiedliche Korrekturwerte fest, in Abhängigkeit von der Tatsache, ob das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird oder ob es zu der Mitte zurückkehrt. Die Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte 100 enthält einen Gegendrehmomentdetektor 101, einen Rückfuhrdrehmomentkompensator 103, eine Drehrichtungs-Bestimmungseinheit 105, und einen Richtungsfaktorkompensator 107. Der Gegendrehmomentdetektor 101 berechnet ein Gegendrehmoment, das von einer Straßenoberfläche ausgeübt wird, und zwar auf der Grundlage eines Lenkwinkelsignals und der Fahrzeuggeschwindigkeitssignalausgabeform des Fahrzeuggeschwindigkeitsdetektors 14. Das Lenkwinkelsignal repräsentiert eine Drehposition des Lenkrads ausgehend von der Neutralposition, und es wird durch einen (nicht gezeigten) Drehwinkeldetektor erhalten. Der Rückfuhrdrehmomentkompensator 103 bewirkt die Ausgabe des Rückfuhrdrehmomentsignals, das auf der Grundlage des Gegendrehmomentsignals bestimmt wird, und zwar so, dass der elektrische Motor 10 ein ausreichendes Drehmoment zum Ausgleichen der Reibung in dem Rotor des Motors 1 erzeugt, oder der Reibung in dem Fahrzeug oder in dem Lenksystem. Die Drehrichtungs-Bestimmungseinheit 105 bestimmt eine Drehrichtung des Lenkrads dann, wenn es zu der Mitte zurückkehrt, auf der Grundlage einer Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor 101. Die Reibung in dem Rotor des Motors 10 oder in dem Fahrzeug oder in dem Lenksystem unterscheidet sich in Übereinstimmung mit der Drehrichtung des Lenkrads. Demnach bewirkt der Richtungsfaktorkompensator 107 ein Angleichen des Rückfuhrdrehmomentsignals derart, dass der Reibungsunterschied zwischen den Fällen, bei denen das Lenkrad nach rechts und links gedreht wird, ausgeglichen wird, und zwar auf der Grundlage einer Ausgangsgröße von der Drehrichtungs-Bestimmungseinheit 105. Ein gesteuerter bzw. geregelter Wert von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte 100 ist weit auf der Grundlage der Ausgangsgröße von dem

Gegendrehmomentdetektor **101** zu steuern bzw. zu regeln. **[0037]** Die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit **110** enthält eine Lenkbedingungs-Bestimmungseinheit **111** und einen Bedingungsfaktorkompensator **113**. Die Lenkbedingungs-Bestimmungseinheit **100** bestimmt, ob das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird oder ob es zu der Mitte zurückkehrt und zwar gemäß der ersten Ausführungsform auf der Grundlage der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor **101**. Es wird bestimmt, dass sich das Lenkrad von der Mitte weg dreht, wenn in Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor zunimmt, wohingehend bestimmt wird, dass das Lenkrad zu der Mitte zurückkehrt, wenn der Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor abnimmt. Der Bedingungsfaktorkompensator **113** setzt eine korrigierten Wert, der von der Bewegungskorrektureinheit von der Rückkehr zu der Mitte **100** erhalten wird, zu unterschiedlichen Werten in Abhängigkeit von der Tatsache, ob das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird oder ob es zu der Mitte zurückkehrt, und zwar lediglich dann, wenn das Fahrzeug nicht stationär ist und es mit geringer Geschwindigkeit läuft.

**[0038]** Ein Motortreiber **9** bestimmt eine Versorgungsspannung auf der Grundlage einer Differenz (oder einer Abweichung) zwischen dem gewünschten Stromsignal und einem Motorstromsignal, das durch einen Motorstromdetektor **11** detektiert wird, und die Differenz wird von einem zweiten Addierer **13** erhalten. Anschließend führt der Motortreiber **9** die bestimmte Spannung dem elektrischen Motor **10** zu, und ein Motorstrom wird in Ansprechen auf die Spannungsversorgung erzeugt. Demnach erzeugt der elektrische Motor **10** ein Gesamthilfsdrehmoment, das näherungsweise proportional dem Motorstrom ist, und er treibt das Lenksystem. Der Fahrzeuggeschwindigkeitsdetektor **14** detektiert die Fahrzeuggeschwindigkeit, und er gibt das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal an den Lenkdrehmomentcontroller **2** aus, sowie den Dämpfungskompensator **3**, den Trägheitskompensator **4**, den Gegendrehmomentdetektor **101** und den Rückkehrdrehmomentkompensator **103**.

**[0039]** Als nächstes wird der Betrieb des Controllers gemäß der ersten Ausführungsform nachfolgend beschrieben, und zwar unter Bezug auf das in Fig. 2 gezeigte Flussdiagramm.

**[0040]** Eines der Merkmale der vorliegenden Erfindung, das sich gegenüber dem Stand der Technik unterscheidet, ist ein Algorithmus, der in einem Teil implementiert ist, der in Fig. 1 durch die punktierte Kettenlinie umgeben ist. Dieser Algorithmus dient der Berechnung des gewünschten Stroms. Im Hinblick auf die Stromsteuerung lässt sich jedwedes Verfahren anwenden, beispielsweise das Regeln unter Heranziehung eines Proportional-Integral-Differenzier-(PID)-Reglers, eine Steuerung auf der Grundlage des gewünschten Stroms und des Motorgeschwindigkeitssignals, oder ein anderes der allgemein verwendeten Steuer- bzw. Regelverfahren. Zudem sind sowohl digitale als auch analoge Steuerungen bzw. Regelungen anwendbar. Die folgende Beschreibung richtet sich demnach lediglich auf den Algorithmus zum Berechnen des gewünschten Stroms.

**[0041]** Wie in Fig. 2 gezeigt, wird das von dem Lenkdrehmomentdetektor **1** erhaltene Lenkdrehmomentssignal gelesen und in einem Speicher bei dem Schritt **S101** gespeichert. Anschließend wird bei dem Schritt **S102** das von dem Motorgeschwindigkeitsdetektor **5** erhaltene Motorgeschwindigkeitssignal gelesen und in dem Speicher gespeichert. Anschließend wird bei dem Schritt **S103**, der durch den Motorbeschleunigungsdetektor **6** implementiert ist, das Motorgeschwindigkeitssignal zum Erhalten des Motorbeschleunigungssignals differenziert, und es wird ebenso in dem Spei-

cher gespeichert.

**[0042]** Die Schritte **S104** und **S205** werden durch den Lenkdrehmomentcontroller **2** implementiert. Bei dem Schritt **S104** wird das Lenkdrehmomentssignal über einen Phasenkompensator zum Verbessern der Frequenzeigenschaften hiervon eingegeben. Bei dem Schritt **S105** wird das Lenkdrehmomentssignal, das über den Phasenkompensator geführt wird, verarbeitet, und zwar durch eine Abbildung zum Erhalten des Hilfsdrehmomentssignals, das ebenso in dem Speicher gespeichert wird.

**[0043]** Die Schritte **S106** bis **S109** werden durch die Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zu der Mitte **100** implementiert. Bei dem Schritt **S106** erhält der Gegendrehmomentdetektor **101** das Gegendrehmomentssignal gemäß der ersten Ausführungsform – über eine Abbildung auf der Grundlage eines Produkts des Drehwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit, und er speichert das Gegendrehmomentssignal in dem Speicher.

**[0044]** Bei dem Schritt **S107** erhält der Rückkehrdrehmomentkompensator **103** das Rückkehrdrehmomentssignal durch eine Abbildung auf der Grundlage des Gegendrehmomentssignals, und er speichert das Rückkehrdrehmomentssignal in dem Speicher. Das Rückkehrdrehmomentssignal wird zum Vermeiden einer Situation dahingehend verwendet, dass das Lenkrad nicht zu der Mitte selbst zurückkehrt, und zwar in einem Fall, in dem das Gegendrehmoment kleiner als das innerhalb des Lenksystems erzeugte Reibungsdrehmoment ist. Demnach ist – wie in Fig. 3 gezeigt – das Rückkehrdrehmomentssignal durch obere und untere Grenzwerte begrenzt, unter Verwendung eines Begrenzers derart, dass Absolutwerte der Grenzwerte approximativ gleich einem Reibungsdrehmoment aufgrund des Lenksystems sind. Im Hinblick auf das Gebiet innerhalb der Grenzwerte wird das Rückkehrdrehmomentssignal durch Multiplizieren des Gegendrehmomentssignals mit einer Proportionalverstärkung berechnet.

**[0045]** Der Umfang des Reibungsdrehmoments aufgrund des Lenksystems, beispielsweise in einem Gestell oder Ritzelmechanismus und andere Mechanismen, die zusammen mit der Drehung des Lenkrads wirken, unterscheidet sich in Übereinstimmung mit der Drehrichtung des Lenkrads. Ist ein Reibungsumfang erhöht, so erhöht sich tendenziell auch diese Differenz aufgrund der Drehrichtung. Demnach ist es erforderlich, eine adäquate Kompensation im Hinblick auf die Reibung unter Berücksichtigung dieser Differenz aufgrund der Drehrichtung des Lenkrads durchzuführen.

**[0046]** Bei dem Schritt **S108** bestimmt die Drehrichtungs-Bestimmungseinheit **105** eine Richtung, entlang der sich das Lenkrad dreht oder bewegt, auf der Grundlage eines Gegendrehmomentssignals, und sie speichert das Richtungssignal in dem Speicher.

**[0047]** Bei dem Schritt **S109** multipliziert der Richtungsfaktorkompensator **107** das Rückkehrdrehmomentssignal mit einem Korrekturfaktor, der sich aufgrund der Drehrichtung des Lenkrads unterscheidet, zum Erhalten eines korrigierten Rückkehrdrehmomentssignals. Das korrigierte Rückkehrdrehmomentssignal wird dann in dem Speicher gespeichert. Für den Zweck der Erläuterung sei beispielsweise der Fall betrachtet, bei dem die während der Rechtsdrehung des Lenkrads bewirkte Reibung beispielsweise 20% größer als die während der Linksdrehung desselben bewirkten Reibung ist. Dann wird der Korrekturfaktor so festgelegt, dass das korrigierte Rückkehrdrehmomentssignal zum Rückführen des Lenkrads nach rechts 20% größer wäre als das korrigierte Rückkehrdrehmomentssignal zum Rückführen des Lenkrads nach links. Ein Beispiel des Korrekturfaktors zum Korrigieren des Rückkehrdrehmomentssignals ist in Fig. 4 gezeigt.

[0048] Die Schritte S110 bis S112 sind durch die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit 110 implementiert. Bei dem Schritt S110 bestimmt die Lenkbedingungs-Bestimmungseinheit 111 eine Lenkbedingung dahingehend, ob das Lenkrad weg von der Mitte gedreht wird oder zu der Mitte zurückkehrt, mit einem Prozess gemäß dem in Fig. 5 gezeigten Flussdiagramm; der Prozess wird hier nachfolgend beschrieben. Bei dem Schritt S111 bestimmt der Bedingungsfaktorkompensator 113 einen Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor so, wie in Fig. 7 gezeigt, ausgehend von der Lenkbedingung und der Fahrzeuggeschwindigkeit. Bei dem Schritt S112 wird der kompensierte Wert mit dem Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor berechnet, wie in Fig. 8 gezeigt.

[0049] Bei dem Schritt S113 berechnet die Dämpfungskompensationseinheit 103 das Dämpfungskompensationssignal durch Multiplizieren des Motorgeschwindigkeitssignals mit einer Proportionalverstärkung, und sie speichert das Dämpfungskompensationssignal in dem Speicher.

[0050] Bei dem Schritt S114 berechnet die Trägheitskompensationseinheit 4 das Trägheitskompensationssignal durch Multiplizieren des Motorbeschleunigungssignals mit einer Proportionalverstärkung, und sie speichert das Trägheitskompensationssignal in dem Speicher.

[0051] Bei dem Schritt S115 berechnet der erste Addierer 12 das gewünschte Drehmomentsignal durch Addieren des Hilfsdrehmomentsignals, des Rückkehrdrehmomentsignals, des Dämpfungskompensationssignals und des Trägheitskompensationssignals, und er speichert das gewünschte Drehmomentsignal in dem Speicher.

[0052] Bei dem Schritt S116 berechnet die Motorstrom-Bestimmungseinheit 7 den gewünschten Strom durch Multiplizieren des gewünschten Drehmoments, das bei dem Schritt S115 erhalten wird, mit einer Verstärkung. Die Verstärkung ist eine Invers einer Drehmomentkonstante des elektrischen Motors 10, vorgegeben im Hinblick auf das Lenkwellendrehmoment.

[0053] Die Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm zum Darstellen eines Beispiels eines Betriebs der Lenkbedingungsbestimmung, der durch die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit 110 implementiert ist, und die Fig. 6 zeigt ein Zeitablaufdiagramm im Hinblick auf diesen Betrieb. In der Fig. 5 und 6 stellt "FLAG" ein Lenkbedingungsflag dar (0 bezeichnet die Bedingung, gemäß der das Lenkrad von der Mitte wegbewegt wird, wohingehend 1 die Bedingung bezeichnet, wo es zu der Mitte bzw. dem Zentrum zurückkehrt), "t1" bezeichnet einen Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehsensor (oder Lenkwinkel- oder Lenkdrehmoment-Detektor), "t2" bezeichnet einen um einen Zyklus verzögerten Wert von t1 oder t2, und "hys" bezeichnet einen Schwellwert für eine Hystereseuntersuchung.

[0054] Der Prozess für den Betrieb zum Bestimmen der Lenkbedingung, der durch die Lenkbedingungs-Unterscheidungs- und Kompensierungseinheit 110 implementiert ist, wird nachfolgend unter Bezug auf die Fig. 5 und 6 beschrieben.

[0055] Bei dem Schritt S210 wird die letzte Lenkbedingung durch das Bedingungsflag für den letzten Lenkvorgang bestimmt. Ist die letzte Lenkbedingung "Wegdrehen von der Mitte", was bedeutet, dass gilt  $FLAG = 0$ , so springt der Prozess zu dem Schritt S202. Umgekehrt springt dann, wenn die letzte Lenkbedingung "Rückkehr zu der Mitte bzw. dem Zentrum" ist, der Prozess zu dem Schritt S207. Bei dem Schritt S202 erfolgt ein Vergleich zwischen t1 und t2, derart, dass t1 ein Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehsensor 101 ist, und t2 ein um einen Zyklus vergrößerter Wert von t1 ist. Obgleich t1 der Absolutwert

der Ausgangsgröße von dem Gegendrehsensor 101 gemäß der ersten Ausführungsform ist, kann er auch ein Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Lenkwinkeldetektor oder dem Lenkdrehmomentdetektor 1 sein, wie jeweils nachfolgend für die zweite und dritte Ausführungsform beschrieben wird. Geht das Vergleichsergebnis dahin, dass t2 größer als t1 ist ( $t1 < t2$ ), so wird bestimmt, dass die Bedingung sich von "Wegdrehen von der Mitte" zu "Rückkehr zu der Mitte" geändert hat, und der Prozess springt zu dem Schritt S203. Andernfalls ( $t1 \geq t2$ ) wird bestimmt, dass das Lenkrad immer noch zu der Mitte zurückkehrt, und der Prozess springt zu dem Schritt S205.

[0056] Bei dem Schritt S203 erfolgt ein Vergleich zwischen der Abweichung ( $t2 - t1$ ) als Differenz zwischen der letzten Ausgangsgröße von dem Gegendrehsensor 11 und der um einen Zyklus verzögerten Ausgangsgröße t2, sowie dem vorgegebenen Schwellwert hys. Ist die Abweichung größer als der Schwellwert hys ( $t2 - t1 > hys$ ), so wird bestimmt, dass sich die Lenkbedingung von "Wegdrehen von der Mitte" vollständig zu "Rückkehr zu der Mitte" geändert hat, und der Prozess springt zu dem Schritt S204. Andernfalls ( $t2 - t1 \leq hys$ ) ist die Möglichkeit einer Hysterese zu untersuchen, und der Prozess springt zu dem Schritt S206. Durch Festlegen des Schwellwerts hys für die Untersuchung der Möglichkeit einer Hysterese ist es möglich, einen Bestimmungsfehler aufgrund eines Rauschvorgangs oder dergleichen zu vermeiden.

[0057] Da bei dem Schritt S204 bestimmt wird, dass sich die Lenkbedingung zu "Rückkehr zu der Mitte" ausgehend von "Wegdrehen von der Mitte" geändert hat, wird das Lenkbedingungsflag so gesetzt, dass gilt  $FLAG = 1$ , und der Prozess springt zu dem Schritt S205. Bei dem Schritt S205 wird der Wert von t1 als t2 gespeichert, und dann terminiert der Prozess.

[0058] Bei dem Schritt S206 wird der Wert von t2 wiederum als t2 gespeichert, und dann terminiert der Prozess. Der Wert t2 wird bei demselben Wert solange beibehalten, solange die Möglichkeit einer Hysterese geprüft wird, wie sich anhand des in Fig. 6 gezeigten vergrößerten Teils des Zeitablaufdiagramms erkennen lässt.

[0059] Als nächstes wird der Fall betrachtet, bei dem das zuletzt vorliegende Lenkbedingungsflag bei dem Schritt S201 nicht  $FLAG = 0$  ist. In einem derartigen Fall springt der Prozess zu dem Schritt S207, in dem ein Vergleich zwischen t1 und t2 erfolgt. Ist t1 größer als t2 ( $t1 > t2$ ), so wird davon ausgegangen, dass sich die Lenkbedingung von "Rückkehr zu der Mitte" zu "Wegdrehen von der Mitte" geändert hat, und der Prozess springt zu dem Schritt S208. Andernfalls wird bestimmt ( $t1 \leq t2$ ), dass sich das Lenkrad immer noch von der Mitte wegdreht, und der Prozess springt zu dem Schritt S210.

[0060] Im Schritt S208 erfolgt ein Vergleich zwischen der Abweichung ( $t1 - t2$ ) und dem Schwellwert hys für die Hystereseprüfung. Ist die Abweichung größer als der Schwellwert hys ( $t1 - t2 \geq hys$ ), wird bestimmt, dass die Lenkbedingung sich von "vollständig" zu "Wegdrehen von Mitte" geändert hat, und der Prozess springt zu dem Schritt S209. Andernfalls ( $t1 - t2 \leq hys$ ) ist eine Wahrscheinlichkeit einer Hysterese zu überprüfen, und der Prozess springt zu dem Schritt S211. Durch Festlegen des Schwellwerts hys zum Prüfen der Wahrscheinlichkeit der Hysterese ist es möglich, einen Bestimmungsfehler aufgrund eines Rauschens und dergleichen zu vermeiden.

[0061] Da bestimmt wird, dass sich die Lenkbedingung von "Rückkehr zur Mitte" zu "Wegdrehen von der Mitte" bei dem Schritt S209 geändert hat, wird das Lenkbedingungsflag so rückgesetzt, dass gilt  $FLAG = 0$ . Anschließend wird in dem Schritt S210 der Wert t1 als t2 gespeichert, und der

Prozess terminiert.

[0062] Bei dem Schritt S211 wird der Wert t2 erneut als t2 gespeichert, und anschließend terminiert der Prozess. Der Wert von t2 wird solange gleich gehalten, wie die Wahrscheinlichkeit einer Hysterese untersucht wird.

[0063] Die Fig. 7 zeigt einen Graphen zur Darstellung einer Beziehung zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor, der durch den Bedingungsfaktorkompensator 113 bestimmt wird. In dem Graphen zeigt die fortlaufende Linie die Bedingung, bei der das Lenkrad zu der Mitte zurückkehrt (FLAG = 1), wohingehend die Kettenlinie die Bedingung zeigt, bei der das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird (FLAG = 0). Teilweise liegen die fortlaufende Linie und die Kettenlinie auf derselben Linie.

[0064] Wie in Fig. 7 gezeigt, berechnet der Bedingungsfaktorkompensator 113 den Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Lenkbedingung. Ein großer Bedingungskompensationsfaktor bewirkt einen großen Motorstrom zum Ableiten des Rückkehrdrehmoments, und er führt somit im Ergebnis zu einem größeren Rückkehrdrehmoment. Ist das Fahrzeug stationär, so besteht keine Anforderung für eine Kompensation; demnach wird in einem derartigen Fall der Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor zu "0" festgelegt. Läuft das Fahrzeug mit geringer Geschwindigkeit, so tendiert das Lenkrad nicht zu einer leichten Rückkehr zur Mitte. Demnach wird in einem derartigen Fall der Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor zu einem großen Wert für den Fall festgelegt, wenn das Lenkrad zu der Mitte zurückkehrt, und zu einem Wert, der zum Ausreichen eines unnatürlichen Gefühls bei dem Fall ausreicht, bei dem das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird. Andererseits besteht dann, wenn das Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit läuft, bei dem Lenkrad die Tendenz, relativ einfach rückzukehren. Demnach wird in einem derartigen Fall der Lenkbedingungs-Kompensationswert zu einem kleinen Wert für den Fall festgelegt, bei dem das Lenkrad zu der Mitte zurückkehrt. Wie bei dem Fall, bei dem das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird, wird er zu demselben oder einem geringfügig größeren Wert als dem Fall festgelegt, wenn das Lenkrad zu der Mitte zurückkehrt, zum Verbessern des Mitte-Empfindens und der Stabilität für eine geradlinige Bewegung.

[0065] Die Fig. 8 zeigt einen Graphen zum Darstellen einer Beziehung zwischen der Ausgangsgröße von dem Gegendrehtmmentdetektor 101 (oder dem Lenkwinkel, wie er bei der zweiten Ausführungsform beschrieben ist, oder dem Lenkdrehmoment, wie es bei der dritten Ausführungsform beschrieben ist), sowie der Ausgangsgröße von dem Bedingungsfaktorkompensator 113. In dem Graphen zum Darstellen der Ausgangsgröße von dem Bedingungsfaktorkompensator 113, die ein Strom zum Darstellen des Umfangs des Gegendrehtmment ist, zeigt die fortlaufende Linie die Ausgangsgröße dann, wenn der Lenkbedingungs-Kompensationsfaktor angewandt wird, und die Kettenlinie zeigt die Ausgangsgröße dann, wenn sie nicht angewandt wird. Wie anhand des Graphen zu erkennen, ist der Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Bedingungsfaktorkompensator 113 für den Fall, bei dem das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird, kleiner (ungefähr die Hälfte in dem Graphen) als in dem Fall, wenn das Lenkrad zu der Mitte zurückkehrt.

[0066] Die in dem Lenkdrehmomentcontroller 2, dem Gegendrehtmmentdetektor 101, dem Rückkehrdrehmomentkompensator 103, dem Dämpfungskompensator 3 und dem Trägheitskompensator 4 verwendeten Parameter variieren mit dem Fahrzeuggeschwindigkeitssignal. Für Fahrzeuge mit einem Lenkmechanismus mit großem Dämpfungsfaktor kann der Gewinn des Dämpfungskompensators 3 den Wert

Null aufweisen, und für Fahrzeuge, die einen Motor mit einem geringen Trägheitsdrehmoment im Hinblick auf die Lenkradwelle aufweisen, kann der Gewinn für den Trägheitskompensator 4 ebenso den Wert Null aufweisen. In einem derartigen Fall sind der Motorgeschwindigkeitsdetektor 5, der Motorbeschleunigungsdetektor 6, der Dämpfungskompensator 3 und der Trägheitskompensator 4 nicht erforderlich.

[0067] Der gemäß der ersten Ausführungsform eingesetzte Motorgeschwindigkeitsdetektor 5 verwendet einen Alternativ kann die Motorgeschwindigkeit durch Differenzieren eines Ausgangspuls von einem Drehcodierer bestimmt werden der ausgehend von einer gegen elektromotorischen Spannung bestimmt werden, die durch Subtrahieren eines Produkts eines Motorstroms und eines Widerstandswerts einer Spule von einer an dem Motor anliegenden Spannung erhalten wird.

[0068] Obgleich gemäß der ersten Ausführungsform die Schritte S105, S106 und S107 durch Abbilden durchgeführt werden, können die Schritte S109, S113, S114 und S116 durch Multiplizieren unter Verwendung von Verstärkungen durchgeführt werden, und jeder Schritt kann entweder durch Abbildung oder durch Multiplikation unter Verwendung einer Verstärkung durchgeführt werden.

[0069] Zusätzlich lassen sich die Schritte S107 und S109 in einen Schritt kombinieren, mit einer Abbildung zum Erhalten eines korrigierten Gegendrehtmmentsignals nach der Korrektur mit einem Richtungsfaktor.

[0070] Allgemein lässt dann, wenn ein Fahrzeugführer ein Lenkrad dreht, der Betreiber das Lenkrad so laufen, dass es zu der Mitte selbst ohne Ausrichtungskraft zurückkehrt, was durch ein Gegendrehtmment bewirkt wird, das von einer Straßenoberfläche ausgeht. Demnach erspart sich der Fahrzeugführer Mühe. Bei einem elektrischen Servolenkgerät besteht jedoch bei einem Lenkrad nicht die Tendenz, einfach zur Mitte zurückzukehren, aufgrund des Reibungsdrehmoments in einem elektrischen Motor oder in einem Getriebe. In einem Fall, in dem das Lenkdrehmoment allein zum Bestimmen des gewünschten Hilfsdrehmoment herangezogen wird, wäre das Lenkdrehmentalsignal dann Null, wenn der Fahrzeugführer das Lenkrad, nachdem er es gedreht hat, freilaufen lässt, so dass das Rückkehrdrehmoment nicht erzeugt würde. In einem Fall, in dem das Lenkdrehmoment und ein Motordrehsignal zum Bestimmen des gewünschten Drehmoments verwendet werden, ist es auch für den elektrischen Motor schwierig, das Rückkehrdrehmoment dann zu erzeugen, wenn der elektrische Motor sich nicht dreht.

[0071] Andererseits ist es gemäß der ersten Ausführungsform für den elektrischen Motor 10 möglich, das Rückkehrdrehmoment auf das Lenkrad selbst dann anzuwenden, wenn der Fahrzeugführer dieses nicht handhabt oder hält (Freihandbetrieb) oder ohne dass ein Unterschied aufgrund der Drehrichtung des Lenkrads bewirkt wird. Dies wird durch Berechnen eines Rückkehrdrehmentalsignals in Übereinstimmung mit dem Gegendrehtmmentalsignal realisiert, das näherungsweise proportional zu dem Drehwinkel ist.

[0072] Im Rahmen des Betriebs nach der ersten Ausführungsform wird das Hilfsdrehmoment zum Unterstützen des Fahrzeugführers zum Drehen des Lenkrads in Übereinstimmung mit dem Lenkdrehmentalsignal erzeugt. Anschließend wird dann, wenn der Betreiber das Rückdrehen des Lenkrads versucht, das Gegendrehtmment zum Aufheben der Reibung erzeugt, die das Lenkrad an der Rückkehr zur Mitte (der Neutralposition) hindert. Da sich die Reibung in Übereinstimmung mit der Richtung, gemäß der sich das Lenkrad dreht, unterscheidet, wird das Rückkehrdrehmo-



mentalsignal so festgelegt, dass es unterschiedliche Werte in Übereinstimmung mit der Drehrichtung des Lenkrads aufweist. Ein üblicher Steueralgorithmus wird verwendet, wenn der Betreiber das Lenkrad handhabt oder hält, und der Steueralgorithmus gemäß der vorliegenden Erfindung zum Unterstützen des Lenkrads bei der Rückkehr zu der Mitte wird angewandt, während der Fahrzeugführer bzw. Betreiber das Lenkrad nicht handhabt oder hält. Demnach ist es für den elektrischen Motor 10 möglich, das Rückkehrdrehmoment auf das Lenkrad selbst dann auszuüben, wenn der Fahrzeugführer dieses nicht hält oder handhabt, ohne Auslösen einer Differenz aufgrund der Drehrichtung des Lenkrads.

[0073] Zusätzlich wird ein korrigierter Wert, der von der Bewegungskorrekturereinheit für die Rückkehr zur Mitte 100 erhalten wird, zu unterschiedlichen Werten in Übereinstimmung mit der Tatsache festgelegt, ob das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird oder zu der Neutralposition zurückkehrt. Demnach wird ein Ungleichgewicht aufgrund der Lenkbedingungen, gemäß denen sich das Lenkrad von der Mitte weg bewegt oder zu der Mitte zurückkehrt, eliminiert.

[0074] Die Fig. 9 zeigt ein Blockschaltbild zum Darstellen einer Konfiguration eines Controllers für ein elektrisches Servolenkgerät gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Controller der zweiten Ausführungsform hat grundlegend dieselbe Konfiguration und übt denselben Betrieb aus, wie der Controller der ersten Ausführungsform, mit der Ausnahme der Eingabe zu der Lenkbedingungsbestimmung 111. Gemäß der zweiten Ausführungsform erfolgt die Eingabe des Lenkwinkelsignals von dem Lenkwinkeldetektor anstelle der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor 101 bei der Lenkbedingungs-Bestimmungseinheit 111.

[0075] Die Fig. 10 zeigt ein Blockschaltbild zum Darstellen einer Konfiguration eines Controllers für ein elektrisches Servolenkgerät gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Controller der dritten Ausführungsform weist grundlegend dieselbe Konfiguration und denselben Betrieb wie der Controller der ersten Ausführungsform auf, mit Ausnahme der Eingabe zu der Lenkbedingungsbestimmungseinheit 111. Bei der dritten Ausführungsform erfolgt die Eingabe der Ausgangsgröße von dem Lenkdrehmomentdetektor 1 anstelle der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor 101 bei der Lenkbedingungs-Bestimmungseinheit 111.

[0076] Wie vorangehend beschrieben, ist gemäß der vorliegenden Erfindung ein Controller für ein elektrisches Servolenkgerät mit einem elektrischen Motor versehen, der einen Drehmomenttransfermechanismus zum Übertragen eines Lenkdrehmoments aufweist und zwar von einem Lenkrad zu einem Fahrzeugrad, und der elektrische Motor erzeugt ein Hilfsdrehmoment, das dem Lenkdrehmoment hinzuaddiert wird, das von einem Fahrzeugführer des Fahrzeugs ausgeübt wird. Der Controller enthält eine Bewegungskorrekturereinheit für die Rückkehr zur Mitte zum Korrigieren von Reibungskräften in einem Rotor des elektrischen Motors, in dem Fahrzeug und in dem Lenksystem, sowie eine Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit zum Bestimmen einer Lenkbedingung dahingehend, ob ein Lenkrad von einer Neutralposition weggedreht wird oder zu der Neutralposition zurückkehrt. Die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit bestimmt ein Festlegen eines korrigierten Werts, der von der Bewegungskorrekturereinheit für die Rückkehr zur Mitte erhalten wird, zu einem von unterschiedlichen Werten, in Abhängigkeit von der Tatsache, ob das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird oder zu der Neutralposition

zurückkehrt. Mit dieser Anordnung ist es möglich, ein Ungleichgewicht der Lenkkraft zu eliminieren, die der Fahrzeugführer dann aufbringen muss, wenn das Lenkrad von der Mitte weggedreht wird und wenn es zu der Mitte zurückkehrt.

#### Patentansprüche

1. Controller für ein elektrisches Servolenksystem mit einem elektrischen Motor mit einem Drehmomentübertragungsmechanismus zum Übertragen eines Lenkdrehmoments von einem Lenkrad zu einem Fahrzeugrad, derart, dass der elektrische Motor ein Hilfsdrehmoment erzeugt, das dem Lenkdrehmoment hinzuaddiert wird, das durch den Fahrzeugführer eines Fahrzeugs ausgeübt wird, und der Controller enthält: eine Bewegungskorrekturereinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) zum Korrigieren der Reibungskräfte in einem Rotor des elektrischen Motors, in dem Fahrzeug und in einem Lenksystem; eine Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) zum Bestimmen einer Lenkbedingung dahingehend, ob ein Lenkrad von einer Neutralposition weggedreht wird oder zu der Neutralposition zurückkehrt; derart, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) den von der Bewegungskorrekturereinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) erhaltenen Wert korrigiert zu einem unterschiedlichen Werte festlegt, abhängig davon, ob das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird oder zu der Neutralposition zurückkehrt.
2. Controller für eine elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner einen Gegendrehmomentdetektor (101) zum Detektieren eines Gegendrehmoments – ausgehend von einer Straßenoberfläche – enthält, derart, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) eine Stellgröße bzw. gesteuerte/geregelte Variable steuert, die von der Bewegungskorrekturereinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) erhalten wird, auf der Grundlage einer Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor (101).
3. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner einen Lenkwinkeldetektor zum Detektieren eines Lenkwinkels des Lenkrads enthält, derart, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) die Lenkbedingung auf der Grundlage bestimmt, ob ein Absolutwert des durch den Lenkwinkeldetektor detektierten Lenkwinkels zunimmt oder abnimmt.
4. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) bestimmt, dass das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird, wenn der Absolutwert des Lenkwinkels zunimmt, und dass das Lenkrad zu der Neutralposition zurückkehrt, wenn der Absolutwert des Lenkwinkels abnimmt.
5. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) die Lenkbedingung auf der Grundlage dahingehend bestimmt, ob ein Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehmomentdetektor (101) zunimmt oder abnimmt.
6. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach

- Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) bestimmt, dass das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird, wenn der Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehschaltmomentdetektor (101) zunimmt und dass das Lenkrad zu der Neutralposition zurückkehrt, wenn der Absolutwert der Ausgangsgröße von dem Gegendrehschaltmomentdetektor (101) abnimmt. 5
7. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner einen Lenkdrehmomentdetektor (1) zum Detektieren des Lenkdrehmoments enthält, das durch den Fahrzeugführer angewandt wird, derart, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) die Lenkbedingung auf der Grundlage bestimmt, ob ein Absolutwert des durch den Lenkdrehmomentdetektor (1) detektierten Lenkdrehmoments zunimmt oder abnimmt. 10
8. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) bestimmt, dass das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird wenn der Absolutwert des Lenkdrehmoments zunimmt, und dass das Lenkrad zu der Neutralposition zurückkehrt, wenn der Anwender des Lenkdrehmoments abnimmt. 15
9. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zum Detektieren einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs enthält, derart, dass die Lenkbedingungs-Bestimmungs- und Kompensationseinheit (110) einen Bedingungsfaktorkompensator (113) enthält, der den von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) erhaltenen Wert korrigiert zu einem von unterschiedlichen Werten festlegt, in Abhängigkeit davon, ob das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird oder ob es zu der Neutralposition zurückkehrt, und zwar lediglich dann, wenn das Fahrzeug nicht stationär ist und mit einer geringen Geschwindigkeit läuft. 20
10. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Bedingungsfaktorkompensator (113) den von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) erhaltenen Wert korrigiert zu einem großen Wert für die Bedingung festlegt, wo das Lenkrad zu der Neutralposition rückkehrt, sowie zu einem kleinen Wert für die Bedingung, wo das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird, wenn das Fahrzeug nicht stationär ist und mit einer geringen Geschwindigkeit läuft. 25
11. Controller für ein elektrisches Servolenkgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Bedingungsfaktorkompensator (113) den von der Bewegungskorrektureinheit für die Rückkehr zur Mitte (100) erhaltenen Wert korrigiert zu einem kleinen Wert für die Bedingung festlegt, wenn das Lenkrad zu der Neutralposition zurückkehrt, sowie zu demselben Wert oder zu einem Wert etwas größer als dem kleinen Wert für die Bedingung, bei der das Lenkrad von der Neutralposition weggedreht wird, wenn das Fahrzeug mit einer hohen Geschwindigkeit läuft. 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

- Leerseite -

FIG. 1

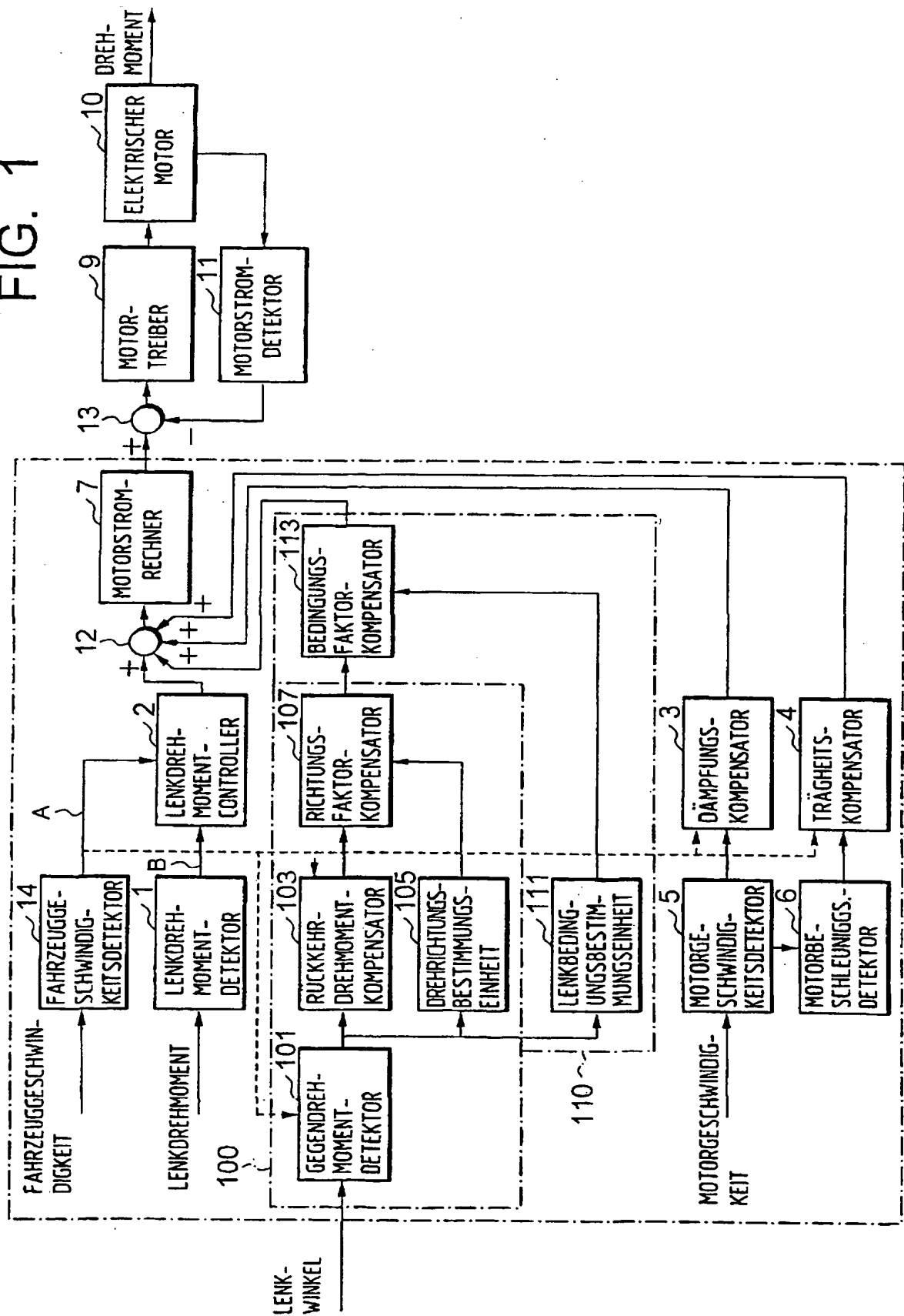


FIG. 2

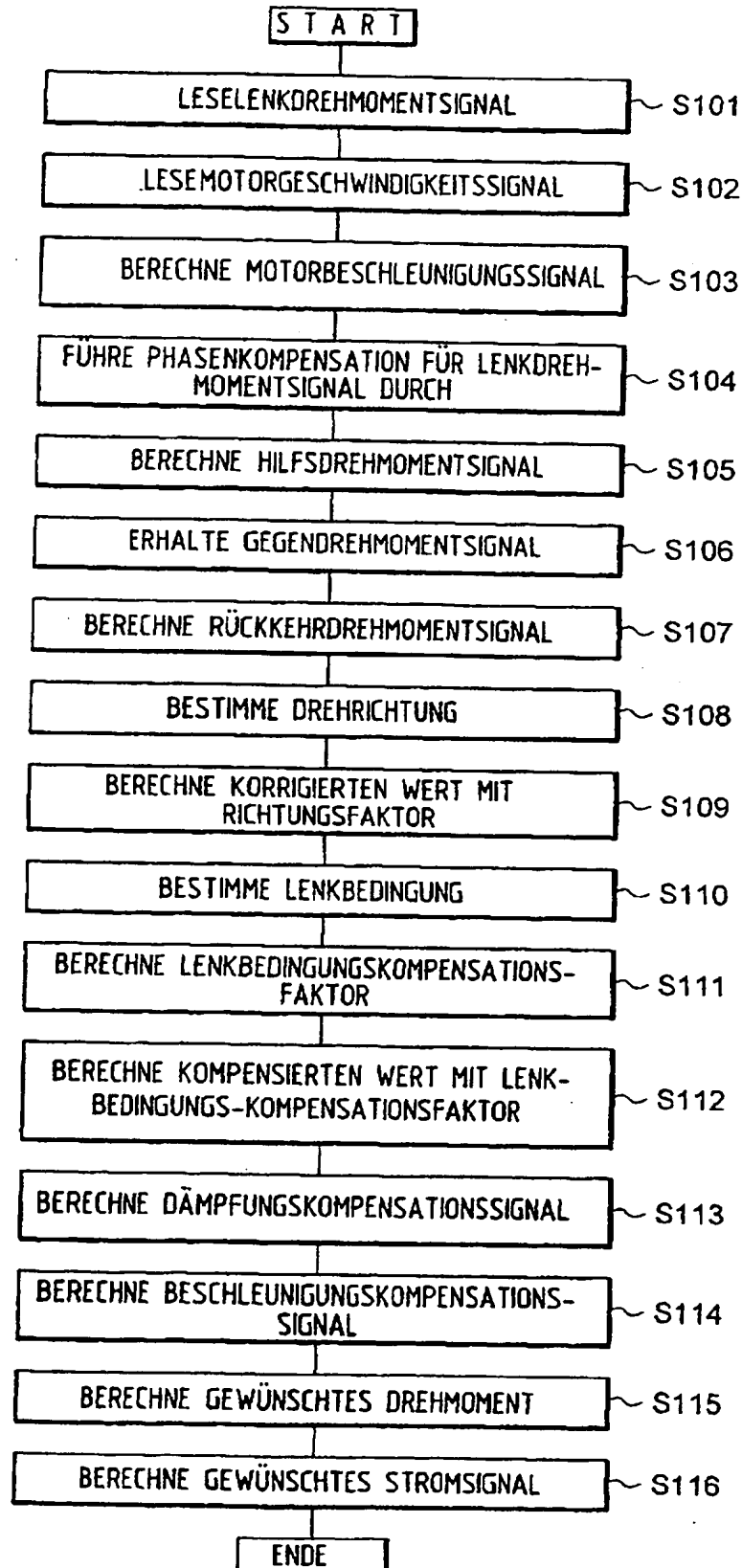


FIG. 3

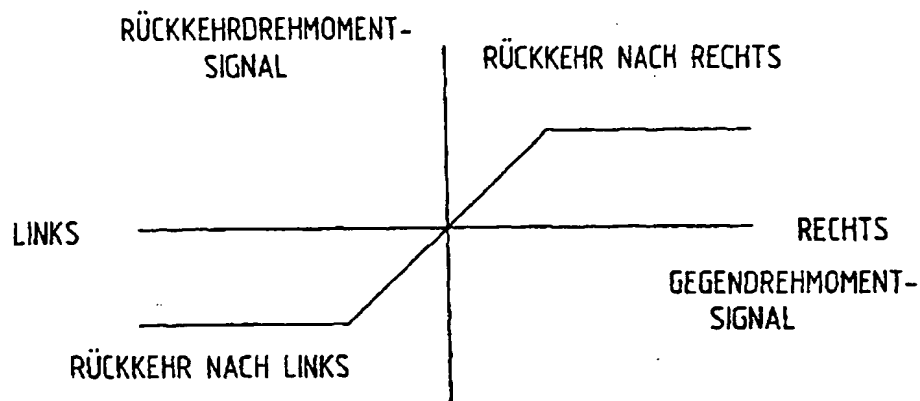


FIG. 4

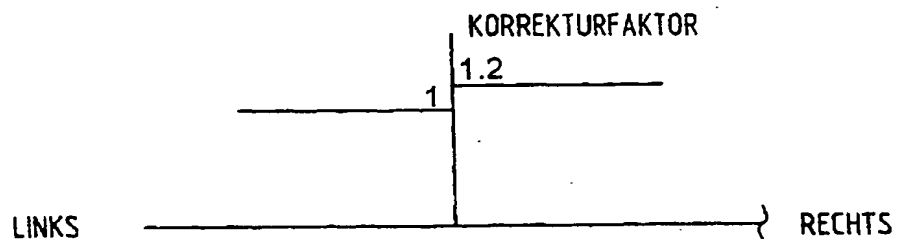


FIG. 5

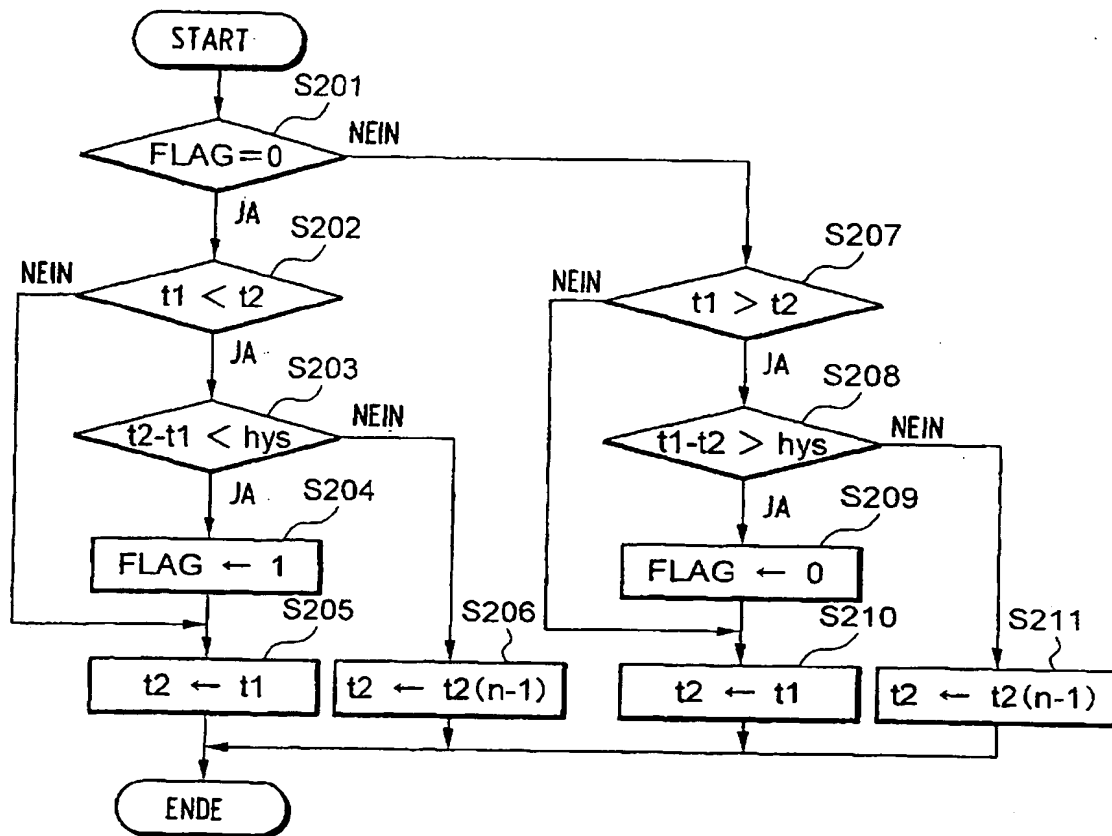


FIG. 6

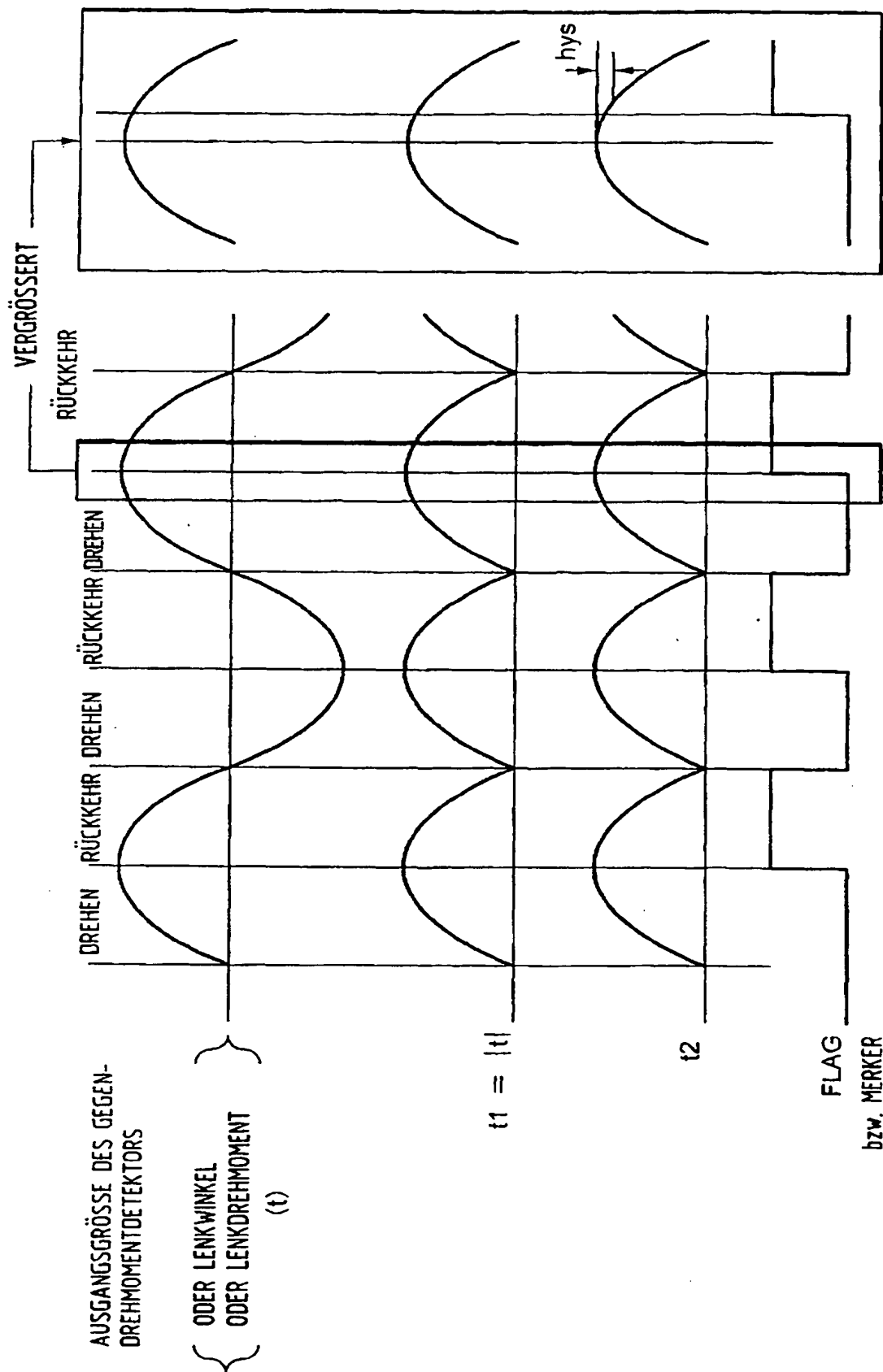




FIG. 7

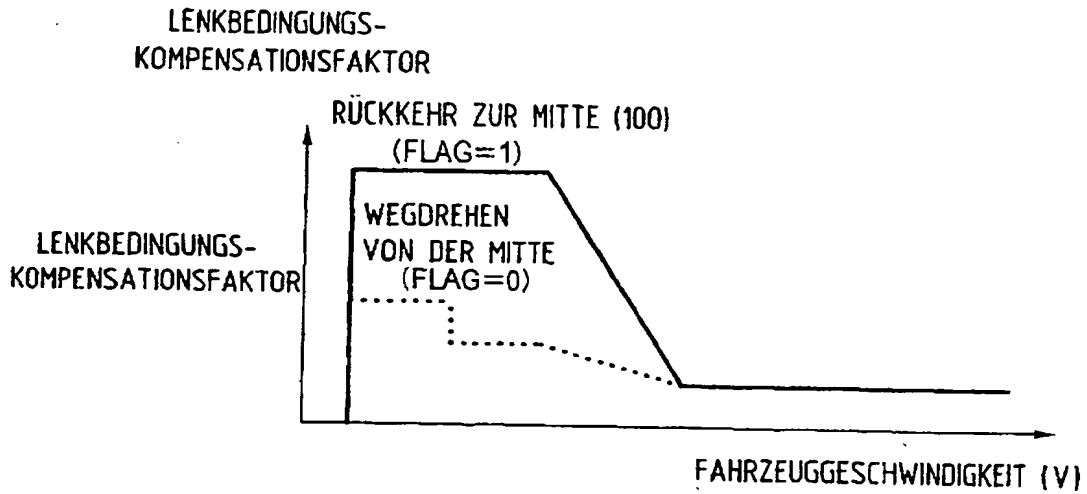


FIG. 8

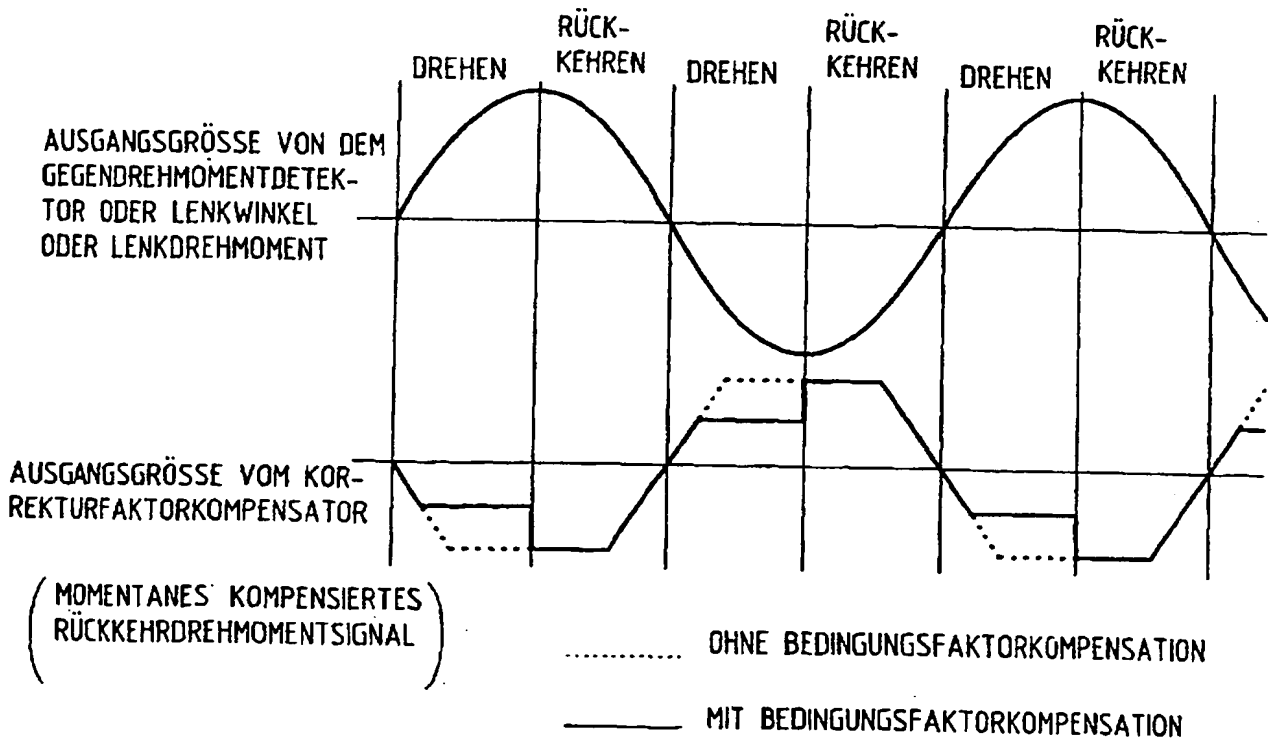


FIG. 9

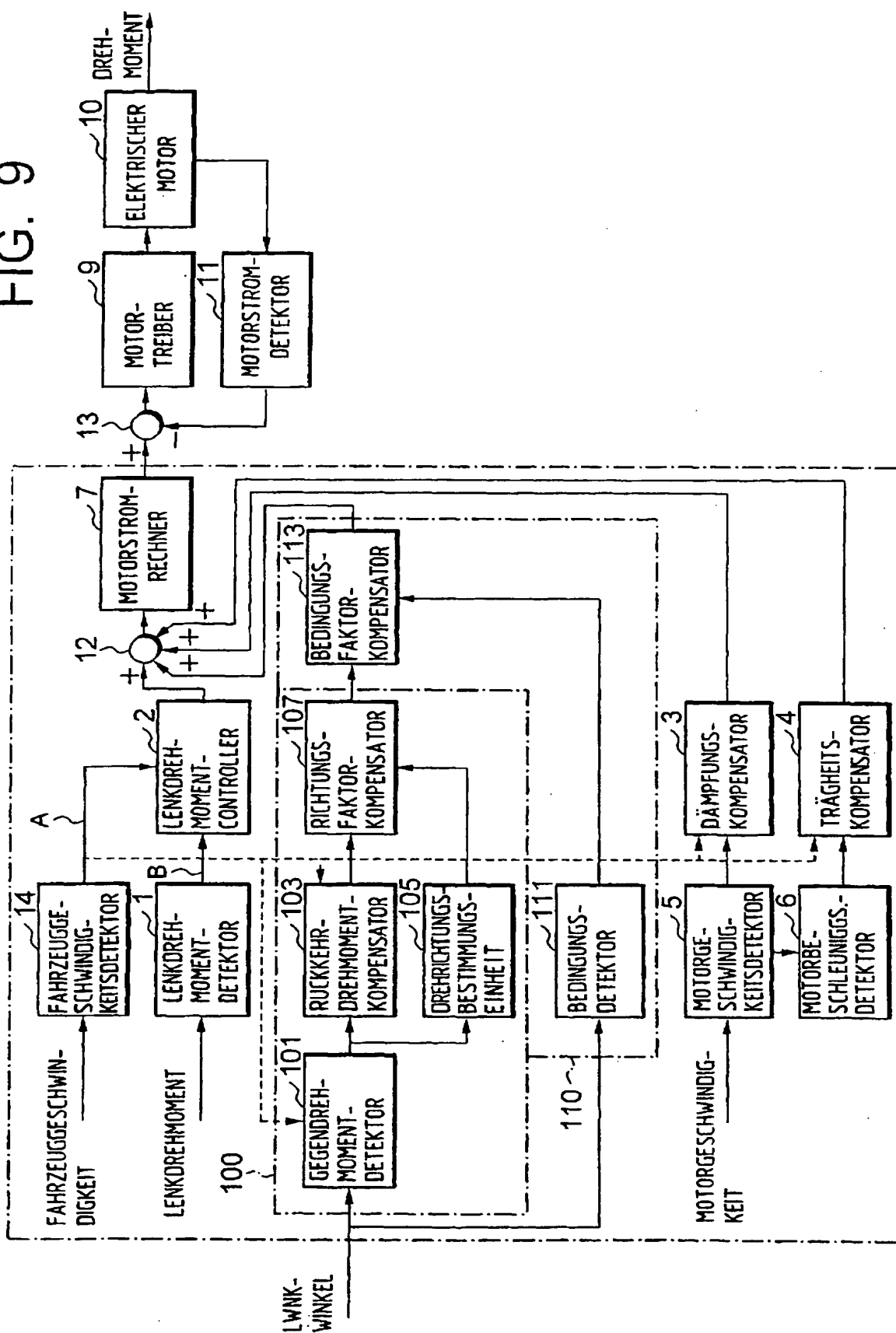


FIG. 10

